植 物 分 类 学 报 35(5):445～451(1997)
Acta Phytotaxonomica Sinica

中国水鳖科植物种皮微形态特征及其系统学意义*

孙 坤 王青锋 陈家宽
(武汉大学生命科学学院植物学系，武 汉 430072)

MICROMORPHOLOGICAL CHARACTERS OF SEED COATS OF CHINESE HYDROCHARITACEAE AND THEIR SYSTEMATIC SIGNIFICANCE

Sun Kun Wang Qing-feng Chen Jia-kuan
(*Department of Botany, School of Life Sciences, Wuhan University*, Wuhan 430072)

Abstract The importance of characters of seed coat for taxonomic and systematic research has begun to be appreciated in studies on the subclass Alismatidae recently. The present study examined micromorphological characters of seed coat of six genera, including 13 species, in the Hydrocharitaceae from China under scanning electron microscope. The characters are described and three types of seed coat are distinguished here according to cell shape of exotesta and endotegmen, sculpture of seed surface and endotegmen tuberculae: (1) Ottelia type, of which the seed coat sculpture is absent, ridged or pilose, cell of endotegmen is polygonal to nearly oblong, and tuberculae sparsely are granulate (e.g. *Ottelia* Pers.); (2) Hydrocharis type, of which the seed coat sculpture is verrucate, cell of endotegmen is irregular, and tuberculae densely are baculate (e.g. *Hydrocharis* L.); (3) Vallisneria type, of which the seed coat sculpture is verrucate, cell of endotegmen is oblong or nearly oblong, and tuberculae densely are tuberculate (e.g. *Vallisneria* L., *Blyxa* Thou et Rich., *Nechamandra* Planch., *Hydrilla* Rich.). There are some differences between genera as well as species in characters such as cell shape of seed coat, sculpture of seed surface and endotegmen tuberculae, and these characters can be served as diagnostic ones for distinguishing tribes, genera and even species in this family. Micromorphology of seed coats supports Hutchinson's (1959) and Eckhardt's (1964) treatments about the tribes Ottelieae and Hydrochariteae. *Vallisneria* L., *Blyxa* Thou et Rich., and *Nechamandra* Planch. should be placed in the same tribe, and the genus *Hydrilla* Rich. is closely related to them. In addition, the similarity of verrucae on the seed surface as well as endotegmen tuberculae between the Hydrocharitaceae and Najadaceae may indicate that the two families are closely related.

---

* 国家自然科学基金资助项目。
武汉大学测试中心李荔副教授提供帮助，谨表感谢。
1996-11-20 收稿，1997-06-13 收最后修改稿。

Key words Hydrocharitaceae; Seed coat; Micromorphological character

摘要 通过扫描电镜对国产水鳖科植物(包括6属13种)的种皮微形态特征进行观察,并作了系统描述。根据种皮细胞形态、外种皮表面纹饰和内种皮内层小瘤状突起的特点将水鳖科植物的种皮微形态特征划分为3种类型,即海菜花型(海菜花属)、水鳖型(水鳖属)和苦草型(苦草属、水筛属、虾子草属和黑藻属),并作出了分属检索表。本文结果表明,种皮微形态特征可作为该科族、属以及属内种级水平分类的依据,对探讨属间关系和该科的系统发育关系亦具有重要的价值。种皮微形态特征支持Hutchinson (1959)和Eckhardt (1964)将海菜花属和水鳖属分别作为一个独立的族处理的观点。苦草属、水筛属和虾子草属种皮微形态特征的高度相似性表明它们间有密切的联系,不支持将它们置于不同亚科和族的分类处理。黑藻属虽与上述3属近缘,但其外种皮特征则较为独特,因此与水筛属放在不同族中更为合理。本文种皮微形态特征的研究结果支持Miki (1937)和Shaffer-Fehre (1991b)等关于水鳖科与茨藻科近缘的观点。

关键词 水鳖科;种皮;微形态

近年来,种子微形态特征已在植物系统学研究中发挥着越来越重要的作用(Barthlott, 1981)。它在泽泻亚纲系统学研究中的意义也已开始引起重视(Shaffer-Fehre, 1991b; Tomlinson, 1982)。

水鳖科 Hydrocharitaceae 为世界热带、亚热带广泛分布的水生植物,共有17属约80种,我国有9属约20种(孙祥钟,1992)。有关该科种皮特征的研究虽然已有了一些报道(Shaffer-Fehre, 1991a, b; 赵佐成, 1988; 罗闫良、王徽勤,1988),但至少还存在以下几个方面的不足:(A) 对水鳖科种皮微形态特征的资料积累还很不完善,尤其是外种皮特征仅有个别属作过报道,致使属间的比较以及与泽泻亚纲其它类群的比较尚有困难。(B) 涉及中国的种类还很少,仅有赵佐成(1988)对水筛属 *Blyxa* 4种及罗闫良、王徽勤(1988)对海菜花属 *Ottelia* 4种的报道,尤其后者仅报道了种子形态和部分种的外种皮特征,而对国产其它七属植物的种皮微形态特征迄今未见报道。(C) 种子特征常是水鳖科一些属的种级水平分类的依据,但以往的工作大多仅注意到了种子形态、大小等方面的特征,而对种皮微形态特征则未给予足够的重视。基于上述原因,我们借助扫描电镜对中国水鳖科6属13种代表植物(海产3属种子极难获得,因此未包括在本研究中)的种皮微形态特征进行了研究,以期为探讨该科的分类和系统发育关系提供佐证。

1 材料和方法

本文研究的材料均取自腊叶标本,材料来源见实验材料名录,凭证标本存武汉大学植物标本馆(WH)。取成熟的果实,从中解剖出种子,部分种子在解剖镜下仔细剥去外种皮,用双面胶贴于样品台上,喷镀后在 Hitachi X-650 扫描电镜下观察、照相,每种观察取自不同个体的样品3~5个。种皮微形态特征的描述术语根据 Shaffer-Fehre(1991a, b)和赵佐成(1988)。

2 观察结果

2.1 水鳖科植物的种皮微形态特征

观察结果见表1。该科植物外种皮细胞近多边形(图版1:7)、长方形至狭长方形(图

版 1:1～5;图版 2:10,13,14)或细胞轮廓不清楚(图版 1:6,8,9;图版 2: 11, 12, 15)。除海莱花属植物外种皮表面具纵向脊状条纹（图版 1:8,9）或密被长绒毛（图版 2:11）（水菜花 *O. cordata*(Wall.)Dandy 种子表面无纹饰和附属物）外，其余各属外种皮细胞外切向壁上均具密集或稀疏的瘤状颗粒(图版 1:1～7;图版 2:12,15)，这与赵佐成(1988)对水筛属4种植物的报道一致。此外，黑藻 *Hydrilla verticillata*（Linn. f.）Royle外种皮外

实验材料名录 List of the species examined for this study

种 species	采集地 locality	采集人 collector	标本号 No
Ottelia cordata	海南琼山 Qiongshan, Hainan	何景彪 J.B.He	239
O. alismoides	海南三亚 Sanya, Hainan	何景彪 J.B.He	244
	广东潮安 Chaoan, Guangdong	赵佐成 Z.C.Zhao	0484
O. acuminata	云南 Yunnan	不详 unknown	不详 unknown
O. sinensis	贵州花溪 Huaxi, Guizhou	何景彪 J.B.He	236
O. emersa	广西贵县 Guixian, Guangxi	赵佐成 Z.C.Zhao	0597
Hydrocharis dubia	湖北武昌 Wuchang, Hubei	戴伦膺 L.Y.Dai	不详 unknown
Blyxa japonica	海南文昌 Wenchang, Hainan	罗闫良 Y.L.Luo	86-035
B. echinosperma	湖北鹤峰 Hefeng, Hubei	姚作五 Z.W.Yao	0099
Vallisneria natans	湖北 Hubei	不详 unknown	不详 unknown
V. spinulosa	湖北 Hubei	王徽勤 H.Q.Wang	93
V. denseserrulata	广东肇庆 Zhaoqing, Guangdong	何景彪 J.B.He	258
Hydrilla verticillata	湖北武昌 Wuchang, Hubei	钟心炫 X.X.Zhong	9149
	辽宁盘山 Panshan, Liaoning	李清义 Q.Y.Li	235
Nechamandra alternifolia	广西临桂 Lingui, Guangxi	赵佐成 Z.C.Zhao	0558

切向壁向内凹陷，表面具密集的呈同心圆状的条纹，此特征在水鳖科其它类群中均未发现。Shaffer-Fehre(1991a)发现该科植物因外种皮与内种皮不易分离，而使内种皮内层细胞径向壁撕裂，我们的观察也证实了这一点。水鳖科植物内种皮内层细胞多边形、近矩圆形至狭长方形(图版 2:16～18. 图版 3:19～25)，水鳖 *Hydrocharis dubia*(Bl.)Backer 细胞形态不规则(图版 3:26)。内种皮内层内切向壁上均具稀疏、密集或极密集的颗粒状(granulate)至小瘤状(tuberculate)突起(图版 2:16～18. 图版 3:19～25,27)，水鳖内种皮内切向壁上的突起较特殊，为长棒状(baculate)或二歧分支状突起(图版 3:26)。此外，海菜花属植物由于果实内含胶状物质，使种子表面的毛状附属物常贴于表面，因而在解剖镜下极易与脊状条纹相混淆，但在扫描电镜下则可清楚地区分。

2.2　水鳖科植物种皮微形态特征的类型

根据本文的观察结果，可以将水鳖科植物的种皮微形态特征划分为下面几种类型：

(A) 海莱花型(Ottelia type)　外种皮细胞近长方形或轮廓不清楚，表面光滑、具纵向脊状突起或被长绒毛；内种皮内层细胞多边形或近矩圆形，颗粒状突起稀疏。仅海莱花属属于这一类型。

(B) 水鳖型(Hydrocharis type)　外种皮细胞轮廓不清楚，表面具大小不均一的瘤状颗粒；内种皮内层细胞形态不规则或近多边形，内切向壁上密被长棒状或二歧分支的突起，突起倒伏而不直立。水鳖属属此类型。

表1 水鳖科植物的种皮微形态特征

Table 1 Charactera of seed coat of Chinese species in the Hydrocharitaceae under SEM

种名 species	种子形态 seed shape	外种皮 exopleura		内种皮 endopleura			
		细胞形态 cell shape	表面纹饰 sculpture	细胞形态 cell shape	内种皮突起 endotegmen tuberculae		
					形态 shape	密度 density	分布 distribution
Ottelia emersa Zhao et Luo	纺锤形 spindle-shaped	轮廓不清楚 unclear	密被长柔毛 densely pilose	多边形至近矩圆形 polygonal or nearly oblong	颗粒状,较大 granulate	稀疏 sparse	不均匀 uneven
O. alismoides (L.) Pers.	同上 do	同上 do	同上 do	多边形 polygonal	同上 do	同上 do	同上 do
O. cordata (Wall.) Dandy	同上 do	近长方形 nearly oblong	无 absent	近多边形 nearly polygonal	同上 do	同上 do	同上 do
O. sinensis (Lévl. et Vaniot) Lévl. et Dandy	长圆形 oblong	轮廓不清楚 unclear	纵向脊状条纹 longitudinal ridged	近矩圆形 nearly oblong	同上 do	较密集 dense	同上 do
O. acuminata (Gagnep.) Dandy	长椭圆形 ellipsoidal	同上 do	同上 do	多边形 polygonal	疣状 verruciform	稀疏 sparse	同上 do
Hydrocharis dubia (Bl.) Backer	椭圆形 ellipsoidal	同上 do	瘤状颗粒 verrucate	不规则 irregular	棒状 baculate	极密集 very dense	均匀 even
Blyxa japonica (Mig.) Maxim.	长圆形 oblong	狭长方形 narrowly oblong	密集瘤状颗粒 densely verrucate	矩圆形 oblong	小瘤状 tuberculate	较密集 dense	同上 do
B. echinosperma (Clarke) Hook. f.	纺锤形 spindle-shaped	同上 do	同上 do	同上 do	同上 do	同上 do	同上 do
Vallisneria natans (Lour.) Hara	长圆形 oblong	同上 do	瘤状颗粒 verrucate	狭长方形 narrowly oblong	同上 do	极密集 very dense	同上 do
V. spinulosa Yan	倒卵形 obovoid	同上 do	密集瘤状颗粒 densely verrucate	同上 do	同上 do	同上 do	同上 do
V. denseserrulata (Makino) Makino	长圆形 oblong	同上 do	稀疏瘤状颗粒 sparsely verrucate	同上 do	小刺状颗粒 spinulate-tuberculate	同上 do	同上 do
Nechamandra alternifolia (Roxb.) Thw	卵圆形 ovoid	轮廓不清楚 unclear	密集瘤状颗粒 densely verrucate	同上 do	小瘤状 tuberculate	同上 do	同上 do
Hydrilla verticillata (Linn. f.) Royle	长圆形 oblong	近多边形 nearly polygonal	环状条纹,中央具瘤状颗粒 circular stripes with verrucae in centre	同上 do	同上 do	同上 do	同上 do

(C) 苦草型(Vallisneria type) 外种皮细胞狭长方形至长方形,或稍呈多边形(*Hydrilla*),表面具密集的瘤状颗粒,细胞径向壁向外突出(*Nechamandra* 径向壁突出不明显);内种皮细胞狭长方形至矩圆形,内切向壁上具密集的小瘤状突起(*Blyxa* 小瘤状突起较稀疏),突起分布均匀。本类型又可细分为二种亚型:

(a) 苦草亚型(Vallisneria subtype) 外种皮细胞狭长方形至矩圆形,表皮细胞外切向

壁不内凹，瘤状颗粒一般分布均匀。苦草属、水筛属、虾子草属属此类型。

(b) 黑藻亚型 (Hydrilla subtype)　外种皮细胞稍呈多边形，表皮细胞外切向壁明显内凹，上具密集的同心圆状排列的纹饰，瘤状颗粒集中分布于中央。黑藻属属此类型。综上所述，根据种皮微形态特征，可作国产水鳖科分属检索表如下：

1. 外种皮细胞表面具瘤状颗粒，内种皮内层细胞内切向壁上具密集的小瘤状或棒状突起。
  2. 内种皮内层细胞长方形，内切向壁上被密集的小瘤状突起。
    3. 外种皮表面细胞外切向壁明显内凹，表面具密集的同心圆环 …………………… **黑藻属 Hydrilla**
    3. 外种皮表面细胞外切向壁不内凹，表面无环状突起。
      4. 外种皮表面细胞径向壁明显向外突出，瘤状颗粒较小。
        5. 内种皮内层细胞狭长方形，小瘤状突起密集 ……………………………… **苦草属 *Vallisneria***
        5. 内种皮内层细胞矩圆形，小瘤状突起较稀疏 …………………………………… **水筛属 Blyxa**
      4. 外种皮表面细胞径向壁不突出，细胞轮廓不清楚，瘤状颗粒大而密集，分布均匀 ………………………………………………………………………………………… **虾子草属 Nechamandra**
  2. 内种皮内层细胞形态不规则，内切向壁上密被长棒状或二歧分支的突起 …… **水鳖属 Hydrocharis**
1. 外种皮细胞表面不具瘤状颗粒，内种皮内层细胞内切向壁上仅具稀疏的颗粒. …… **海菜花属 Ottelia**

3 讨　论

3.1　属内种的划分

种皮微形态特征在水筛属种级水平分类中的意义已为人们所认识(赵佐成，1988)。我们对国产海菜花属全部 5 种和苦草属全部 3 种植物的研究结果表明种皮微形态特征在种间存在差异，主要表现在种子表面毛状附属物的有无、纹饰的类型、种皮细胞形态和内种皮内层颗粒状或小瘤状突起的形态、多少与分布等方面，因而可以作为这 2 属种级水平分类的依据。其余几属为单种属(黑藻属和虾子草属)或国产仅有一种。

3.2　科下等级的划分

本文对水鳖科 6 属植物种皮微形态特征的研究结果清楚地表明不同属间在外种皮细胞形态、表面附属物或纹饰的有无、类型，内种皮内层细胞形态、突起的类型、大小、密度以及分布等方面存在很大的差异，可作为属间分类的重要依据。同时，不同属间在种皮微形态特征上所表现出的不同程度的差异和相似性对探讨亚科和族的划分以及它们之间的关系具有重要意义。

以往的学者通常将水鳖科分为 3 亚科(Huchinson, 1959)、4 亚科(Thorne, 1992; Takhtajan, 1980; Eckhardt, 1964)或 5 亚科(Dahlgren *et al*., 1985)，其中对海产 2 亚科的分类处理基本一致，而对其它类群(亚科、族)的划分和包括的范围则分歧很大。种皮微形态特征的研究结果表明将水鳖科非海产类群划分为 2 亚科(Thorne, 1992; Eckhardt, 1964)或一亚科(Hutchinson, 1959)可能更为合理，而不支持 Dahlgren 等(1985)的观点。关于各亚科的范围上述学者的观点也不一致，虽然本文仅涉及到其中 6 属，但从现有结果来看与上述处理均有分歧。而上述学者对该科族的划分则十分混乱，主要在于水筛族(Blyxae)、海菜花族(Ottelieae)、苦草族(Vallisnerieae)和黑藻族(Hydrilleae)的划分和范畴上(Ancibor, 1979; Eckhardt, 1964; Hutchinson, 1959)。Ancibor(1979)根据解剖学特征及 Dahlgren 等(1985)根据花部结构上的相似性认为海菜花属和水鳖属很近缘，但种皮微形

态特征的研究结果表明这 2 属植物在水鳖科中均较为特殊，支持了 Hutchinson(1959)和 Eckhardt(1964)将它们作为不同的族处理的观点。苦草属、水筛属和虾子草属虽然被以往的学者置于不同的族中，但通常都认为这 3 属之间较为近缘(Ancibor, 1979; Hutchinson, 1959)。本文的研究结果也支持了上述观点，而不同意 Dahlgren 等(1985)将苦草属与其它 2 属放在不同亚科的分类处理。黑藻属是另一个引起争议的类群，被不同学者放在不同的族(Ancibor, 1979; Eckhardt, 1964; Hutchinson, 1959)或亚科(Dahlgren *et al*., 1985)中，Shaffer-Fehre(1991b)根据种皮的解剖结构认为该属与水鳖属近缘，然而我们对该属内、外种皮的微形态特征的研究结果均表明该属与水鳖属相差很大。虽然黑藻属在内种皮特征上与水筛属、苦草属和虾子草属一致，但外种皮特征则较为独特，因此，我们支持 Eckhardt(1964)关于该属与水筛族和苦草族近缘，并将其作为一个独立的族处理的观点。鉴于水鳖科植物变异极大，不同方面的证据存在分歧，因此我们认为只有在全面研究的基础上才能对该科的亚科及族的划分得出合理的结论。

3.3 水鳖科与泽泻亚纲其它类群的关系

关于水鳖科的系统关系过去一般认为该科与泽泻目(尤其是花蔺科)近缘(Cronquist, 1981; Dahlgren, 1980; Hutchinson, 1959)，甚至将其放在泽泻目中(Thorne, 1992; Dahlgren *et al*., 1985; Takhtajan, 1980)。然而，近年来胚胎学(Ly Thi Ba and Guignard, 1979)、孢粉学(简永兴，王徽勤，1991)和分子系统学(Les *et al*., 1993)等方面的证据却支持了 Miki(1937)提出的水鳖科与茨藻科近缘的观点。Shaffer-Fehre(1991a, b)甚至根据内种皮小瘤状突起和种皮结构方面的高度相似性而将茨藻科合并到了水鳖科中，与水筛属等共同组成一个族。本文结果表明外种皮细胞表面所具有的瘤状颗粒和内种皮内层小瘤状突起一样均反映了两科间的联系，从而支持了水鳖科与茨藻科近缘的观点。综合内种皮及外种皮特征发现，苦草属、水筛属和虾子草属与茨藻科最为近缘。

参 考 文 献

孙祥钟，王徽勤，李清义等，1992. 中国植物志. 第8卷. 北京：科学出版社，151～190

罗闫良，王徽勤，1988. 水车前属种子的形态比较研究. 湖南师范大学学报，11(4):352～354

赵佐成，1988. 中国水筛属种子特征研究. 植物分类学报，26(4):290～298

简永兴，王徽勤，1991. 湖北省泽泻科、水鳖科、眼子菜科及茨藻科植物花粉形态研究. 武汉植物研究，9(1):21～28

Ancibor E, 1979. Systematic anatomy of vegetative organs of the Hydrocharitaceae. Bot J Linn Soc, 78:237～266

Barthlott W, 1981. Epidermal and seed surface characters of plants: systematic applicability and some evolutionary aspects. Nord J Bot, 1:345～355

Cronquist A, 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. New York: Columbia University Press, 1037～1075

Dahlgren R M, 1980. A revised system of classification of the angiosperms. Bot J Linn Soc, 80(2):91～124

Dahlgren R M, Clifford H T, Yeo P F, 1985. The Families of Monocotyledons: Structure, Evolution and Taxonomy. Berlin, Heidelberg, New York, Toronto: Springer, 1～290

Eckhardt T , 1964. Monocotyledonae I. Reihe Helobiae. In: H. Melchior ed. A Engles Syllabus der Pflanzenfamilien. 12th ed. Berlin: Borntraeger

Hutchinson J, 1959. The Families of Flowering Plants, 2: Monocotyledons. 2nd. ed. Oxford: Clarendon Press

Les D H, Garvin D K, Wimpee C F, 1993. Phylogenetic studies in the Monocot subclass Alismatidae: evidence for a reappraisal of the aquatic order Najadales. Molec Phylogen Evol, 2(4):304～314

Ly Thi Ba, Guignard J L, 1979. Phylogeny of Helobiae and embryogenic criteria. Phytomorphology, 29(3, 4):260～266

Miki S, 1937. The origin of *Najas* and Potamogeton. Bot Mag (Tokyo), 51:472～480

Shaffer-Fehre M, 1991a. The endotegmen tuberculae: an accout of little-known structures from the seed coat of the Hydrocharitoideae (Hydrocharitaceae) and *Najas* (Najadaceae). Bot J Linn Soc, 107:169～188

Shaffer-Fehre M, 1991b. The position of *Najas* within the subclass Alismatidae (Monocotyledon) in the light of new evidence from seed coat structures in the Hydrocharitoideae (Hydrocharitaceae). Bot J Linn Soc, 107:189～209

Takhtajan A, 1980. Outline of the classification of flowering plants (Magnoliophyta). Bot Rev, 46(3): 225～359

Thorne R F, 1992. An updated phylogenetic classification of the flowering plants. Aliso, 13(2): 365～389

Tomlinson P B, 1982. Anatomy of the Monocotyledons, Ⅶ. Helobiae (Alismatidae). Oxford: Clarendon Press, 1～360

图版说明　Explanation of plates

图版 1　水鳖科种皮扫描电镜照片　1～7. 示外种皮细胞形态及表面的瘤状颗粒（1,3～7. ×800; 2. ×1500）　1. 水筛; 2. 有尾水筛; 3. 刺苦草; 4. 密刺苦草; 5. 苦草; 6. 水鳖; 7. 黑藻. 8～9. 示外种皮表面脊状条纹（×1000）　8. 海菜花; 9. 贵州水车前。

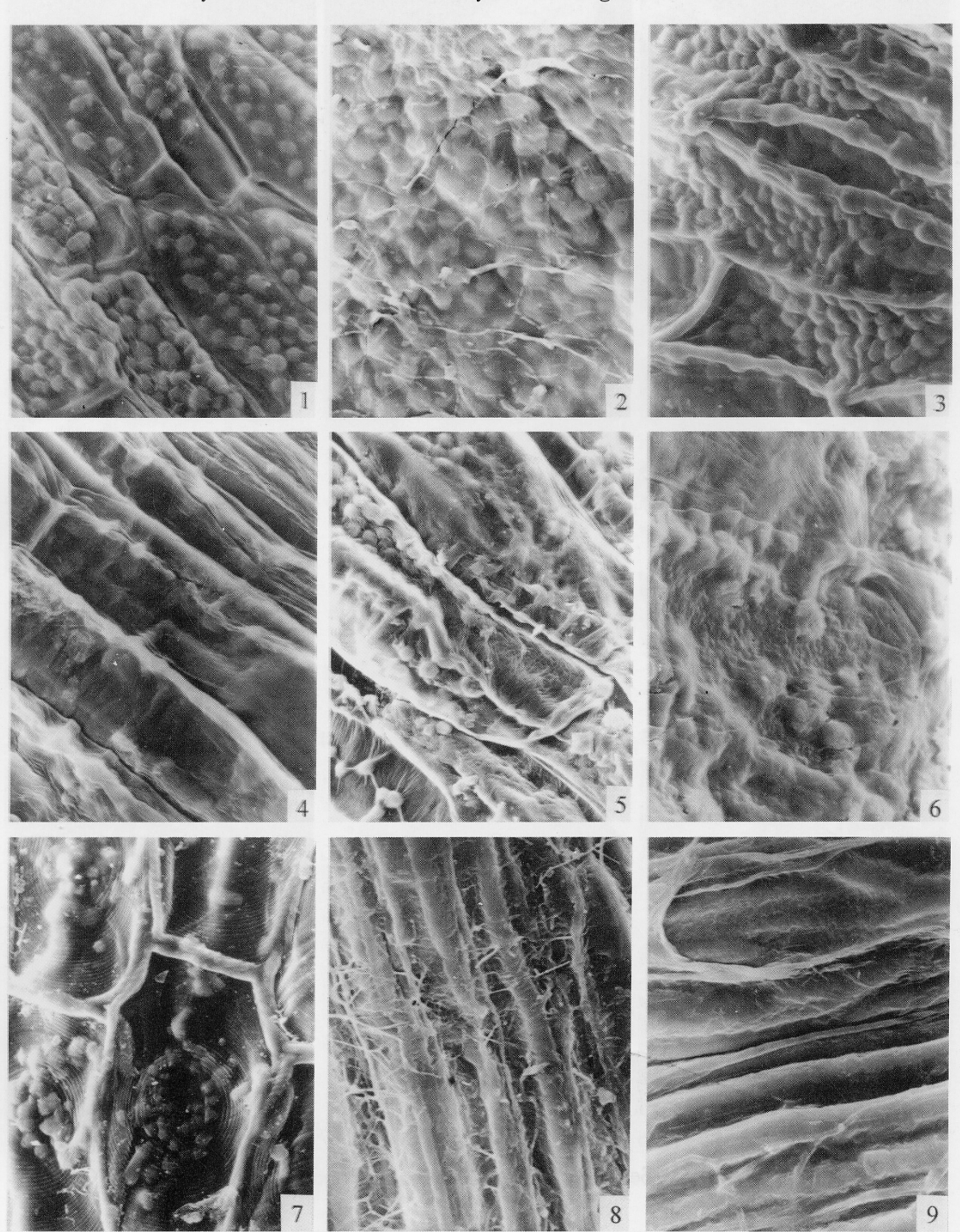
图版 2　水鳖科种皮扫描电镜照片　10～15. 示外种皮细胞形态及表面纹饰（10～12. ×80; 13,14. ×1000; 15. ×700）　10,13.水菜花(种子外形及外种皮放大); 11. 龙舌草(示表面长绒毛); 14. 出水水菜花(去表皮毛后示外种皮细胞形态); 12,15. 虾子草(种子表面瘤状颗粒及放大)。16～18. 内种皮内层细胞形态和颗粒状突起(×1000)　16.贵州水车前; 17. 龙舌草; 18. 水菜花。

图版 3　水鳖科种皮扫描电镜照片　19～27. 内种皮内层细胞形态及内切向壁上的突起(19,21. ×800; 20. ×70; 22～25. ×1300; 26. ×1500; 27. ×5000; 19.海菜花; 20. 出水水菜花(去外种皮后的种子,示内种皮内层细胞及颗粒状突起); 21. 水筛; 22. 刺苦草; 23. 苦草; 24. 密刺苦草; 25. 黑藻; 26. 水鳖(示棒状突起); 27. 虾子草(小瘤状突起放大)。

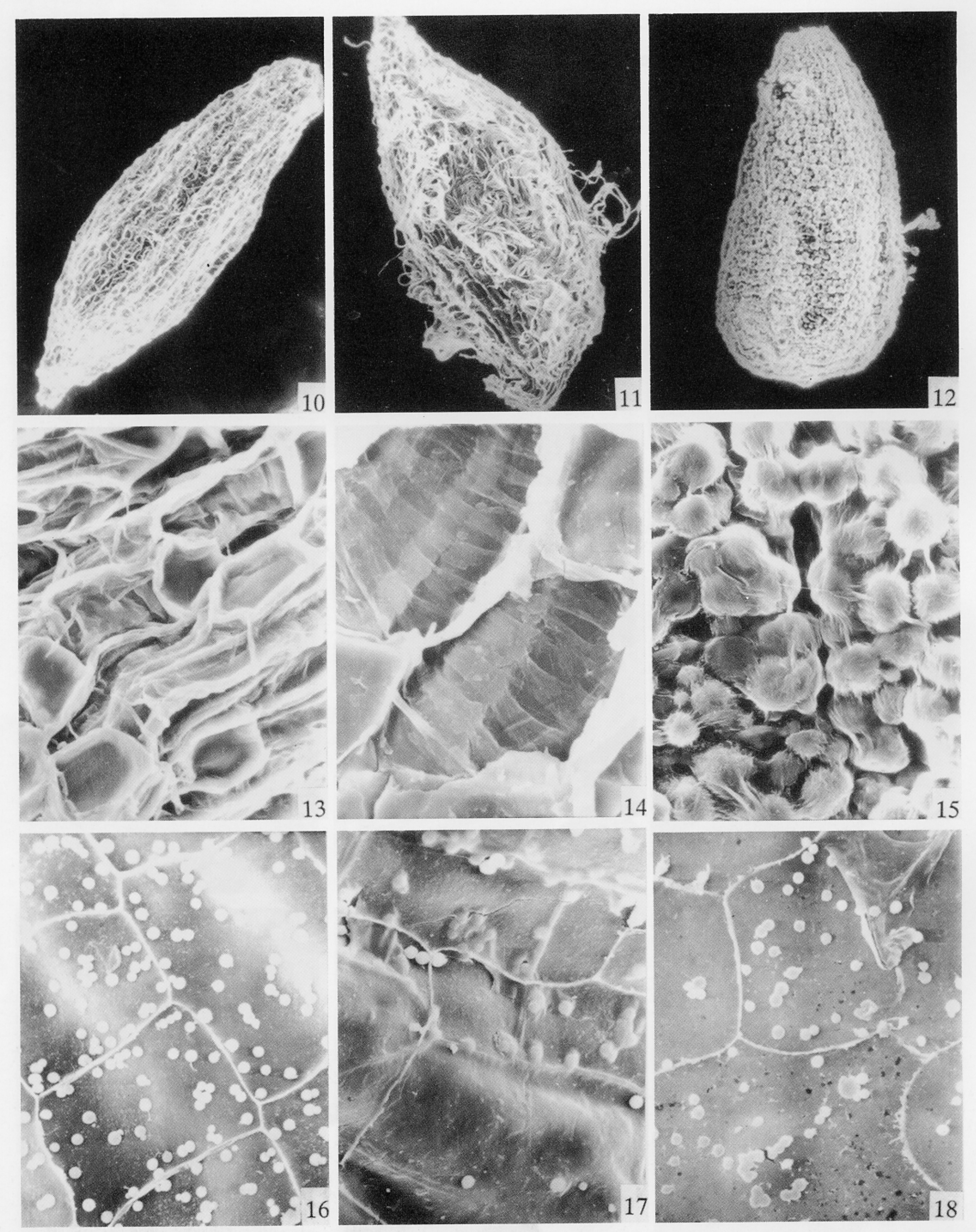
Plate 1　Scanning electron micrographs of seed coat of the Hydrocharitaceae　1～9. show the exopleura　1. *Blyxa japonica* (×800); 2. *B. echinosperma* (×1500); 3. *Vallisneria spinulosa* (×800); 4. *V. denseserrulata* (×800); 5. *V. natans* (×800); 6. *Hydrocharis dubia* (×800); 7. *Hydrilla verticillata* (×800); 8. *Ottelia acuminata* (×1000); 9. *O. sinensis* (×1000).

Plate 2　Scanning electron micrographs of seed coat of the Hydrocharitaceae　10～15. show the exopleura　10,13. *Ottelia cordata* (10. ×80; 13. ×1000); 11. *O. alismoides* (×80); 14. *O. emersa* (×1000); 12,15. *Nechamandra alternifolia* (12. ×80; 15. ×700). 16～18. show the endopleura　16. *O. sinensis* (×1000); 17. *O. alimoides* (×1000); 18. *O. cordata* (×1000).

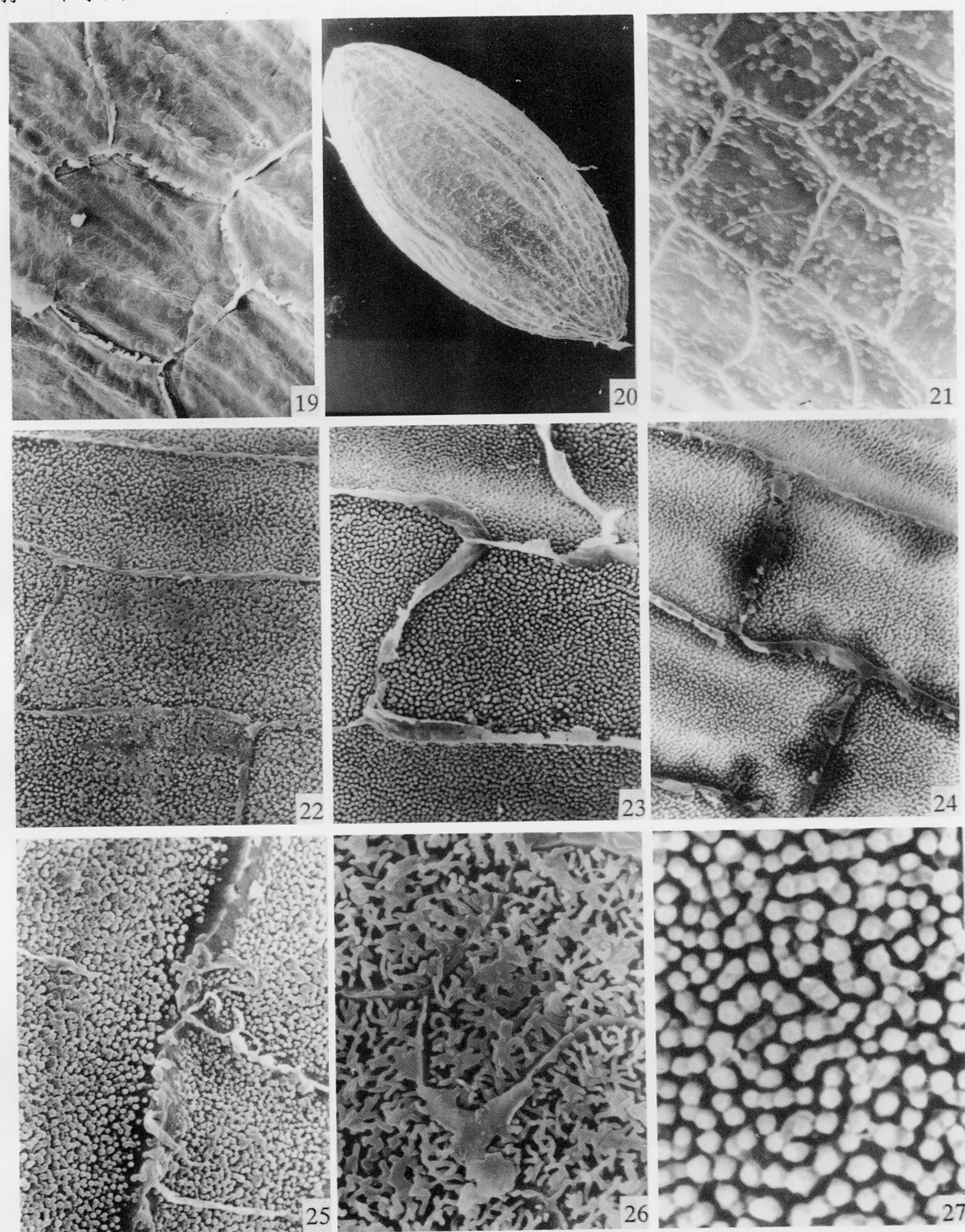
Plate 3　Scanning electron micrographs of seed coat of the Hydrocharitaceae　19～27. show the endotegmen　19. *Ottelia acuminata* (×800); 20. *O. emersa* (×70); 21. *Blyxa japonica* (×800); 22. *Vallisneria spinulosa* (×1300); 23. *V. natans* (×1300); 24. *V. denseserrulata* (×1000); 25. *Hydrilla verticillata* (×1300); 26. *Hydrocharis dubia* (×1500); 27. *Nechamandra alternifolia* (×5000).



See explanation at the end of text



See explanation at the end of text



See explanation at the end of text